

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Ausgleichen von Schwankungen der Brennstoffzusammensetzung in einer Gasturbinenanlage

5

Eine Gasturbinenanlage umfasst im einfachsten Fall eine Verdichter, eine Brennkammer sowie eine Turbine. Im Verdichter erfolgt ein Verdichten von angesaugter Luft, welcher anschließend ein Brennstoff beigemischt wird. In der Brennkammer erfolgt eine Verbrennung des Gemisches, wobei die Verbrennungsabgase der Turbine zugeführt werden, von der den Verbrennungsabgasen Energie entzogen und in mechanische Energie umgesetzt wird.

10

Gasturbinenanlagen werden heutzutage mit mehrstufigen Brennkammern ausgestattet, in denen mehrere parallel zu betreibende Brennerstufen vorhanden sind, die je nach Auslastung der Gasturbinenanlage einzeln oder gemeinsam betrieben werden können. Typischerweise umfassen die parallelen Brennerstufen neben mindestens einer Haupt-Brennerstufe zumindest eine Pilot-Brennerstufe, wobei die Flamme der Pilot-Brennerstufe insbesondere die Flamme der Haupt-Brennerstufe stabilisieren soll.

20

Während des stationären Betriebs einer Gasturbinenanlage soll die freigesetzte Wärmemenge im Wesentlichen konstant gehalten werden. Schwankungen in der Brennstoffqualität führen jedoch zu Schwankungen in der freigesetzten Wärmemenge und damit der Leistung der Anlage. Um Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung zu kompensieren, weisen Gasturbinenanlagen daher eine Regelvorrichtung auf, mit der die Leistung oder die ebenfalls mit der freigesetzten Wärmemenge in Beziehung stehende Abgastemperatur der Anlage konstant gehalten wird.

30

Das Konstanthalten der Leistung bzw. der Abgastemperatur geschieht im Allgemeinen durch Regeln der Brennstoffzufuhr zur Haupt-Brennerstufe mittels eines Brennstoffmengenreglers.

35

Diese Vorgehensweise kann jedoch zu erhöhten Emissionen oder zu Verbrennungsschwingungen führen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung in einer Gasturbinenanlage, eine Regelvorrichtung zum Regeln der Brennstoffzufuhr in einer Gasturbinenanlage sowie eine Gasturbinenanlage zur Verfügung zu stellen, bei denen sich erhöhte Emissionen oder Verbrennungsschwingungen beim Ausgleichen der Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung wirkungsvoller vermeiden lassen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1, eine Regelvorrichtung nach Anspruch 4 und eine Gasturbinenanlage nach Anspruch 5 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Brennstoffzusammensetzung in einer Gasturbinenanlage mit mindestens zwei parallel zu betreibenden Brennerstufen erfolgt als Reaktion auf die Schwankungen der Brennstoffzusammensetzung ein Regeln der Brennstoffzufuhr zu mindestens zwei der Brennerstufen, wobei beim Regeln der Brennstoffzufuhr der Brennstoffsplitt zwischen den Brennerstufen, d.h. die relative Verteilung des Brennstoffes auf die Brennerstufen, auf einen Zielwert eingestellt oder einem Zielwert gehalten wird. Dabei kann der Zielwert bspw. eine Konstante oder eine Funktion von einer oder mehreren Variablen sein. Insbesondere kann die Gasturbinenanlage eine Pilot-Brennerstufe und eine Haupt-Brennerstufe umfassen, wobei beim Regeln der Brennstoffzufuhr der Brennstoffsplitt zwischen Pilot- und Haupt-Brennerstufe auf einen Zielwert eingestellt oder auf einem Zielwert gehalten wird.

Der Erfindung liegen die folgenden Erkenntnisse zugrunde:

Wie oben erwähnt, kann das Ausgleichen von Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung durch das Regeln der Brennstoffzufuhr zur Haupt-Brennerstufe mittels eines Brennstoffmengenreglers im ungünstigsten Fall zu einer Erhöhung der Emissionen oder zu Verbrennungsschwingungen führen. Die Ursache hierfür liegt darin, dass durch das Regeln der Brennstoffzufuhr zur Haupt-Brennerstufe der Brennstoffsplitt verändert wird. Beispielsweise kann ein Verändern des Brennstoffsplittes zwischen einer Pilot- und einer Haupt-Brennerstufe die Stabilität der Haupt-Brenner-Flamme, die in der Regel die Flamme eines mageren Luft-Brennstoff-Gemisches ist, negativ beeinflussen. Das magere Luft-Brennstoff-Gemisch dient dazu, im Rahmen der sog. trockenen Entstickung die Emissionswerte der Anlage niedrig zu halten. Eine geringe Stabilität der Flamme des mageren Luft-Brennstoff-Gemisches wirkt sich daher in negativ auf die Emissionswerte der Anlage aus. Durch Halten des Brennstoffsplittes auf dem Zielwert oder das Einstellen des Brennstoffsplittes auf einen geeigneten neuen Zielwert können dagegen die negativen Auswirkungen auf die Stabilität der Haupt-Brenner-Flamme vermieden oder zumindest reduziert werden, so dass sich die oben genannten Nachteile vermeiden bzw. reduzieren lassen.

Das Regeln der Brennstoffzufuhr zu einem Brenner erfolgt typischerweise über ein Brennstoffregelventil, das eine Drossel darstellt. Die Ventile werden im Bereich eines kritischen Druckabfalls betrieben, d.h. der Brennstofffluss durch das Ventil ist proportional zum eingangsseitigen Brennstoffdruck und zum Ventilhub. Die in der Brennkammer freigesetzte Wärmemenge wird dabei über den Druckabfall im Ventil geregelt, wobei die freigesetzte Wärmemenge über den Wobbe-Index mit dem Druckverlust in Verbindung steht.

Solange nur eine Brennerstufe geregelt wird, wie dies im Stand der Technik üblich ist, werden die Regler-Kennwerte für eine bestimmte Standard-Brennstoffzusammensetzung, d.h. einen bestimmten Wobbe-Index, eingestellt, wobei eine gewisse Band-

breite der Abweichung der Brennstoffzusammensetzung vom Standard zugelassen ist. Die Abweichung vom Standard kann dabei als Störgröße des Regelsystems behandelt werden, die durch Konstanthalten der Leistung oder der Abgastemperatur der Gasturbinenanlage abgefangen werden kann. Die Kenntnis des aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes ist daher im Stand der Technik zum Regeln der Brennstoffzufuhr nicht nötig.

Die Kenntnis des tatsächlichen Wobbe-Index ermöglicht jedoch auch das Einstellen des Brennstoffsplittes auf einen neuen, angepassten Zielwert bzw. das Halten des Brennstoffsplittes auf dem aktuellen Zielwert, indem den Regler-Kennwerte zum Regeln des Druckverlustes in den Reglerventilen der einzelnen Brennerstufen der tatsächliche Wobbe-Index des Brennstoffes zugrunde gelegt wird.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens finden daher zum Regeln der Brennstoffzufuhr zu mindestens zwei der Brennerstufen jeweils ein Brennstoffregelventil und zugeordnete Regler-Kennwerte Verwendung, und die Regler-Kennwerte werden als Reaktion auf die Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung wie folgt aktualisiert:

- Durchführen einer Echtzeit-Analyse der Brennstoffzusammensetzung,
- Ermitteln des aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes anhand des Analyseergebnisses, und
- Aktualisieren der Regler-Kennwerte für die Regelventile anhand des ermittelten Wobbe-Index.

Mit Hilfe des aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes können in dieser Ausgestaltung die jeweiligen Druckverluste an den einzelnen Reglerventilen für jede Brennstoffzusammensetzung derart eingestellt werden, dass der Brennstoffsplitt auf einen neuen Zielwert eingestellt oder auf dem aktuellen Zielwert gehalten wird. Insbesondere ist mit der beschriebenen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sichergestellt, dass die Regler-Kennwerte immer auf dem aktuellen Wobbe-Index

des Brennstoffes beruhen, selbst wenn die Brennstoffzusammensetzung schnellen oder großen Änderungen unterworfen ist.

Eine zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Regelvorrichtung zum Regeln der Brennstoffzufuhr in einer Gasturbinenanlage mit mindestens zwei parallel zu betreibenden Brennerstufen und einer Brennstoffzufuhrregelung, die für die Brennerstufen jeweils ein Brennstoffregelventil und zugeordnete Regler-Kennwerte aufweist, umfasst:

- 10 - einen Analysator zum Analysieren der Brennstoffzusammensetzung in Echtzeit,
- eine Berechnungseinheit zum Berechnen des aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes, sowie
- 15 - eine Aktualisierungseinheit zum Aktualisieren mindestens der Regler-Kennwerte von zwei, verschiedenen Brennerstufen zugeordneten Regelventilen anhand des ermittelten Wobbe-Index.

Eine erfindungsgemäße Gasturbinenanlage, mit der sich erhöhte Emissionen oder Verbrennungsschwingungen bei Änderungen der Brennstoffzusammensetzung vermeiden oder zumindest verringern lassen, umfasst mindestens zwei parallel zu betreibende Brennerstufen und eine erfindungsgemäße Regelvorrichtung. Insbesondere umfassen die Brennerstufen eine Pilot-Brennerstufe und eine Haupt-Brennerstufe, wobei die Aktualisierungseinheit 25 der Reglervorrichtung zum Aktualisieren der Regler-Kennwerte der Regelventile der Haupt-Brennerstufe sowie der Pilot-Brennerstufe anhand des ermittelten Wobbe-Index ausgestaltet ist.

- 30 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Gasturbinenanlage umfasst diese eine Brennstoffleitung, durch welche ein Brennstoffstrom strömt, und einen an der Brennstoffleitung vorhandenen Abzweigpunkt zum Abzweigen eines Teils des Brennstoffes und zum Einleiten des abgezweigten Brennstoffes als Analysestrom in eine Zweigleitung, welche 35 den Analysestrom dem Analysator zuführt. Der Abzweigpunkt ist dabei derart an der Brennstoffleitung angeordnet, dass die

Zeit, die der Brennstoffstrom zum Zurücklegen des Weges vom Abzweigpunkt bis zu den Brennstoffregelventilen benötigt, ausreicht, damit der Analysestrom die Wegstrecke bis zum Analysator zurücklegen, der Analysator die Brennstoffzusammensetzung analysieren, die Berechnungseinheit den Wobbe-Index berechnen, die Aktualisierungseinheit die Regler-Kennwerte aktualisieren und die Regelvorrichtung die Brennstoffregelventile einstellen kann, bevor der Brennstoffstrom die Brennstoffregelventile erreicht.

10

Mit der beschriebenen Ausgestaltung der Gasturbinenanlage ist sichergestellt, dass den Regler-Kennlinien immer der Wobbe-Index des gerade am Ventil ankommenden Brennstoffstromes zu Grunde gelegt werden kann, selbst dann, wenn die Brennstoffzusammensetzung auf einer sehr kurzen Zeitskala schwankt.

15

Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung.

20

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Gasturbinenanlage in einer schematischen Darstellung.

25

Figur 1, die eine schematische Darstellung für eine Schaltung zum Aktualisieren der Regler-Kennwerte umfasst, zeigt eine Gasturbinenanlage mit einem Verdichter 1, einer Brennkammer 3 und einer Turbine 5, die mit einem Generator 7 gekoppelt ist.

30

Zur Brennkammer 3 führen eine erste Brennstoffzufuhrleitung 9 und eine zweite Brennstoffzufuhrleitung 11, die von einer Brennstoffleitung 13 abzweigen und jeweils mit einem Brennstoffregelventil 15, 17 ausgestattet sind. Mittels der Brennstoffzufuhrleitungen 9, 11 werden ein Pilotbrenner und ein

35

Hauptbrenner (beide nicht dargestellt) mit Brennstoff versorgt. Neben dem Pilotbrenner und dem Hauptbrenner, die in der Regel parallel betrieben werden, können noch weitere,

insbesondere parallel zu betreibende, Brennerstufen vorhanden sein, wie dies in der Figur durch eine weitere Brennstoffzufuhrleitung 19 und ein weiteres Brennstoffregelventil 21 angedeutet ist.

5

Um Schwankungen in der Brennstoffzusammensetzung ausgleichen zu können, umfasst die in der Figur dargestellte Gasturbinenanlage außerdem einen Regler 23 zum Regeln der Brennstoffzufuhr zu den einzelnen Brennerstufen in Abhängigkeit von der
10 in der Brennkammer 3 freigesetzten Wärme. Diese kann bspw. über die Abgastemperatur oder die Leistung der Turbine 5 ermittelt werden, wie allgemein bekannt ist und daher hier nicht weiter erläutert werden soll. Der Regler 23 enthält Regler-Kennwerte, anhand derer das Einstellen der Brennstoffregelventile 15, 17 bei einer Änderung der in der Brennkammer
15 3 freigesetzten Wärmemenge erfolgt.

Die Gasturbinenanlage umfasst außerdem einen Analysator 25 zum Analysieren der Brennstoffzusammensetzung des durch die
20 Brennstoffleitung 13 strömenden Brennstoffes, eine mit dem Analysator 25 zum Empfang des Analyseergebnisses in Verbindung stehende Berechnungseinheit 27 zum Berechnen des Wobbe-Index des Brennstoffes anhand des Analyseergebnisses und eine sowohl mit der Berechnungseinheit 27 zum Empfang des Wobbe-
25 Index als auch mit dem Regler 23 zum Aktualisieren der Regler-Kennwerte in Verbindung stehende Aktualisierungseinheit 29.

Über eine von der Brennstoffleitung 13 abzweigende Zweigleitung
30 31 wird dem Analysator 25 eine geringe Menge des durch die Brennstoffleitung 13 strömenden Brennstoffes zugeführt, um ihn zu analysieren. Das Analyseergebnis gibt der Analysator 25 an die Berechnungseinheit 27 weiter, die den Wobbe-Index des analysierten Brennstoffes berechnet und den so ermittelten Wobbe-Index an die Aktualisierungseinheit 29 aus-
35 gibt. Diese aktualisiert anhand des empfangenen Wobbe-Index die Regler-Kennwerte für die Brennstoffregelventile 15, 17 in

der Leittechnik des Reglers 23. Anhand der aktualisierten Regler-Kennwerte erfolgt dann das Einstellen der Brennstoffzufuhr zu den einzelnen Brennerstufen mittels der Brennstoffregelventile 15, 17. Das Anpassen der Regler-Kennlinien an
5 den aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes ermöglicht es dabei, die Brennstoffzufuhr zu den einzelnen Brennerstufen derart zu regeln, dass ein Halten des Brennstoffsplitts auf dem aktuellen Zielwert oder ein Einstellen des Brennstoffsplitts auf einen geeigneten neuen Zielwert erfolgt.

10

Um auch auf schnelle Änderungen der Brennstoffzusammensetzung mit einem Halten des Brennstoffsplitts auf dem Zielwert oder einem Einstellen des Brennstoffsplitts auf einen neuen Zielwert reagieren zu können, zweigt die Zweigleitung 31 an
15 einem Abzweigpunkt 33 der Brennstoffleitung 13 ab, dessen Entfernung von den Brennstoffregelventilen 15, 17 derart gewählt ist, dass die Zeit, die der in der Brennstoffleitung 13 strömende Brennstoff benötigt, um die Strecke zwischen dem Abzweigpunkt 33 und den Brennstoffregelventilen 15, 17 zurückzulegen, lange genug ist, damit die folgenden Schritte durchgeführt werden können:

20

1. Leiten des abgezweigten Brennstoffes zum Analysator.
2. Analysieren der Brennstoffzusammensetzung.
3. Berechnen des Wobbe-Index des Brennstoffes.
- 25 4. Aktualisieren der Regler-Kenngrößen.
5. Einstellen der Brennstoffregelventile.

25

Insbesondere wird der Moment des Einstellens der Brennstoffregelventile unter Berücksichtigung der Strömgeschwindigkeit der Brennstoffstromes dabei derart gewählt, dass das Einstellen immer genau anhand des Wobbe-Index des gerade an den
30 Brennstoffregelventilen 15, 17 befindlichen Brennstoffes erfolgt.

30

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Berechnungseinheit 27, die Aktualisierungseinheit 29 und der Regler 23 als
35 getrennte Einheiten dargestellt. Alternativ können die Be-

rechnungseinheit 27 und/oder die Aktualisierungseinheit 29
auch in den Regler 23 integriert sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ausgleichen von Schwankungen der Brennstoff-
zusammensetzung in einer Gasturbinenanlage mit mindestens
5 zwei parallel zu betreibenden Brennerstufen in dem als Reak-
tion auf die Schwankungen der Brennstoffzusammensetzung ein
Regeln der Brennstoffzufuhr zu mindestens zwei der Brenner-
stufen erfolgt und beim Regeln der Brennstoffzufuhr der
Brennstoffsplitt zwischen den Brennerstufen auf einen Ziel-
10 wert eingestellt oder einem Zielwert gehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Gasturbinenanlage
eine Pilot-Brennerstufe und eine Haupt-Brennerstufe umfasst
und bei dem beim Regeln der Brennstoffzufuhr der Brennstoff-
15 splitt zwischen der Pilot- und der Haupt-Brennerstufe auf den
Zielwert eingestellt oder dem Zielwert gehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zum Regeln der
Brennstoffzufuhr für mindestens zwei der Brennerstufen je-
20 weils ein Brennstoffregelventil und zugeordnete Regler-
Kennwerte vorhanden sind, mit den Schritten:
 - Durchführen einer Echtzeit-Analyse der Brennstoffzusammen-
setzung,
 - Ermitteln des aktuellen Wobbe-Index des Brennstoffes anhand
25 des Analyseergebnisses, und
 - Aktualisieren der Regler-Kennwerte für die Brennstoffregel-
ventile anhand des ermittelten Wobbe-Index.
4. Regelvorrichtung zum Regeln der Brennstoffzufuhr in einer
30 Gasturbinenanlage mit mindestens zwei parallel zu betreiben-
den Brennerstufen und einer Brennstoffzufuhrregelung, die für
die Brennerstufen jeweils ein Brennstoffregelventil (15, 17)
und zugeordnete Regler-Kennwerte umfasst, mit:
 - einem Analysator (25) zum Analysieren der Brennstoffzusam-
35 mensetzung in Echtzeit,
 - einer Berechnungseinheit (27) zum Berechnen des aktuellen
Wobbe-Index des Brennstoffes, sowie

- einer Aktualisierungseinheit (29) zum Aktualisieren mindestens der Regler-Kennwerte von zwei, verschiedenen Brennerstufen zugeordneten Regelventilen anhand des ermittelten Wobbe-Index.

5

5. Gasturbinenanlage mit mindestens zwei parallel zu betreibenden Brennerstufen, und einer Regelvorrichtung nach Anspruch 4.

10

6. Gasturbinenanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Pilot-Brennerstufe und eine Haupt-Brennerstufe umfasst und die Aktualisierungseinheit (29) der Reglervorrichtung zum Aktualisieren der Regler-Kennwerte der Brennstoffregelventile (15, 17) der Haupt-Brennerstufe sowie der

15

Pilot-Brennerstufe anhand des ermittelten Wobbe-Index ausgestaltet ist.

20

7. Gasturbinenanlage nach Anspruch 5 oder 6, gekennzeichnet durch eine Brennstoffleitung (13), durch welche ein Brennstoffstrom strömt, und einen an der Brennstoffleitung (13) vorhandenen Abzweigpunkt (33) zum Abzweigen eines Teils des Brennstoffes und zum Einleiten des abgezweigten Brennstoffes als Analysestrom in eine den Analysestrom dem Analysator (25) zuführende Zweigleitung (31), wobei der Abzweigpunkt (33)

25

derart an der Brennstoffleitung (13) angeordnet ist, dass die Zeit, die der Brennstoffstrom zum Zurücklegen des Weges vom Abzweigpunkt(33) bis zu den Brennstoffregelventilen (15, 17) benötigt ausreicht, damit der Analysestrom die Wegstrecke bis zum Analysator (25) zurücklegen, der Analysator die Brennstoffzusammensetzung analysieren, die Berechnungseinheit (27) den Wobbe-Index berechnen, die Aktualisierungseinheit (29) die Regler-Kennwerte aktualisieren und die Regelvorrichtung die Brennstoffregelventile (15, 17) einstellen kann, bevor der Brennstoffstrom die Brennstoffreglerventile (15,17) erreicht.

30
35

1/1

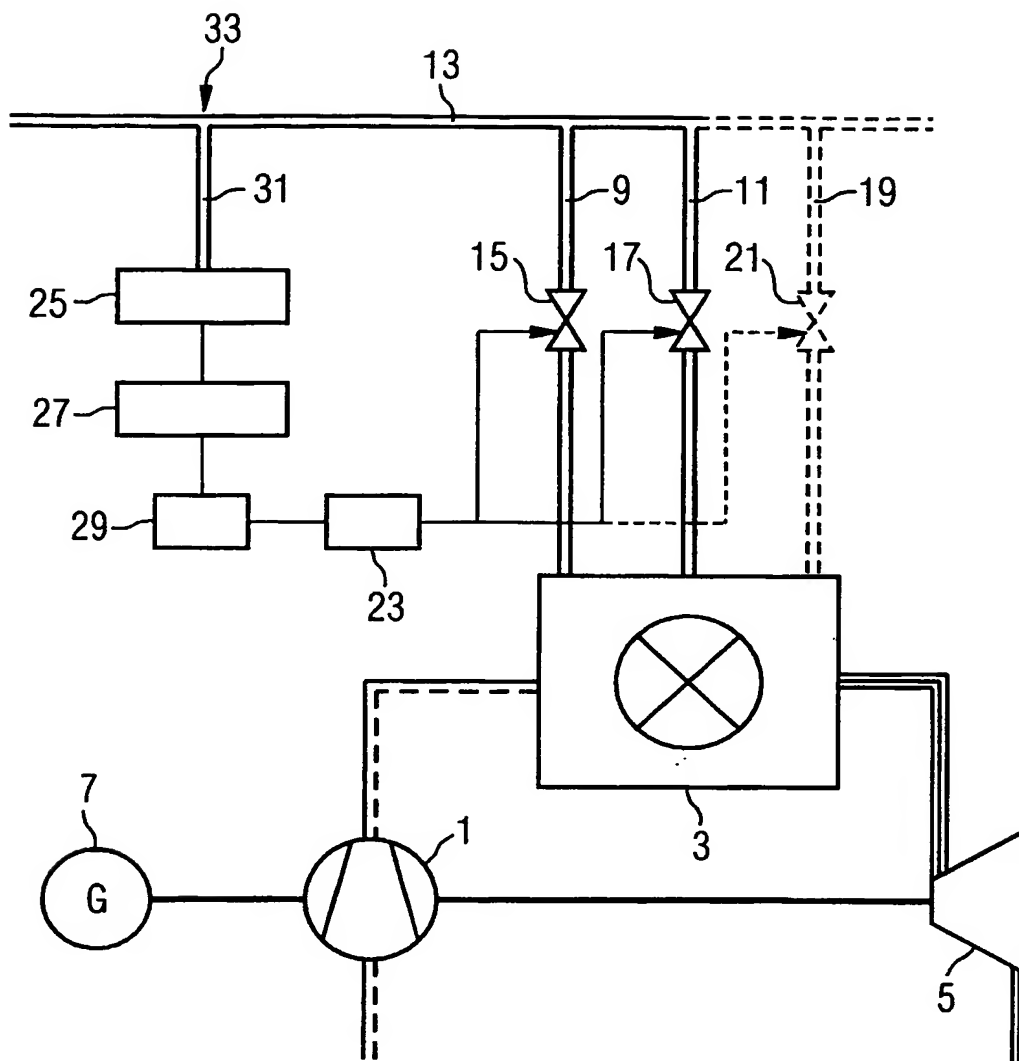


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/011382

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02C9/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2001/023578 A1 (BRAUN GILBERT ET AL) 27 September 2001 (2001-09-27)	4-7
Y	the whole document	1-3
Y	EP 1 331 448 A (GEN ELECTRIC) 30 July 2003 (2003-07-30) paragraph '0031!	1-3
X	EP 0 501 313 A (HITACHI LTD) 2 September 1992 (1992-09-02) column 3, line 51 - column 4, line 2 claims 3,4	4
X	WO 03/062618 A (RUEETSCHI ROLF ;ZINN HANSPETER (CH); ALSTOM SWITZERLAND LTD (CH);) 31 July 2003 (2003-07-31) page 12, line 26 - page 13, line 9 page 13, line 27 - page 14, line 21	4
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 January 2005

Date of mailing of the international search report

08/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Steinhauser, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/011382

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 082 092 A (VANDERVORT CHRISTIAN L) 4 July 2000 (2000-07-04) the whole document -----	3-7
A	DE 199 21 981 A (ABB RESEARCH LTD) 16 November 2000 (2000-11-16) column 4, line 15 - line 27 column 4, line 50 - line 62 -----	7
A	US 4 369 803 A (FURR DANNY L) 25 January 1983 (1983-01-25) the whole document -----	1,4
A	WO 91/06809 A (HONEYWELL INC) 16 May 1991 (1991-05-16) page 10, line 21 - page 11, line 13 -----	1,4
A	DE 10 97 214 B (BBC BROWN BOVERI & CIE) 12 January 1961 (1961-01-12) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2004/011382

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2001023578	A1	27-09-2001	WO	0014451 A1	16-03-2000
			DE	59909192 D1	19-05-2004
			EP	1112461 A1	04-07-2001
			JP	2002524715 T	06-08-2002
EP 1331448	A	30-07-2003	US	2003144787 A1	31-07-2003
			EP	1331448 A2	30-07-2003
			JP	2003232230 A	22-08-2003
			US	2004025512 A1	12-02-2004
EP 0501313	A	02-09-1992	JP	2961913 B2	12-10-1999
			JP	4270821 A	28-09-1992
			DE	69217093 D1	13-03-1997
			DE	69217093 T2	07-08-1997
			EP	0501313 A1	02-09-1992
			US	5281129 A	25-01-1994
WO 03062618	A	31-07-2003	WO	03062618 A1	31-07-2003
			DE	10302487 A1	31-07-2003
			EP	1472447 A1	03-11-2004
US 6082092	A	04-07-2000	JP	3022882 B2	21-03-2000
			JP	11324727 A	26-11-1999
			TW	487795 B	21-05-2002
DE 19921981	A	16-11-2000	DE	19921981 A1	16-11-2000
US 4369803	A	25-01-1983	NONE		
WO 9106809	A	16-05-1991	AT	114367 T	15-12-1994
			AU	644382 B2	09-12-1993
			AU	6530190 A	31-05-1991
			CA	2072122 A1	01-05-1991
			DE	69014308 D1	05-01-1995
			DE	69014308 T2	13-04-1995
			EP	0498809 A1	19-08-1992
			WO	9106809 A1	16-05-1991
			US	5401162 A	28-03-1995
DE 1097214	B	12-01-1961	NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/011382

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02C9/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2001/023578 A1 (BRAUN GILBERT ET AL) 27. September 2001 (2001-09-27)	4-7
Y	das ganze Dokument	1-3
Y	EP 1 331 448 A (GEN ELECTRIC) 30. Juli 2003 (2003-07-30) Absatz '0031!	1-3
X	EP 0 501 313 A (HITACHI LTD) 2. September 1992 (1992-09-02) Spalte 3, Zeile 51 - Spalte 4, Zeile 2 Ansprüche 3,4	4
X	WO 03/062618 A (RUEETSCHI ROLF ;ZINN HANSPETER (CH); ALSTOM SWITZERLAND LTD (CH);) 31. Juli 2003 (2003-07-31) Seite 12, Zeile 26 - Seite 13, Zeile 9 Seite 13, Zeile 27 - Seite 14, Zeile 21	4
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Steinhauser, U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/011382

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 082 092 A (VANDERVORT CHRISTIAN L) 4. Juli 2000 (2000-07-04) das ganze Dokument -----	3-7
A	DE 199 21 981 A (ABB RESEARCH LTD) 16. November 2000 (2000-11-16) Spalte 4, Zeile 15 - Zeile 27 Spalte 4, Zeile 50 - Zeile 62 -----	7
A	US 4 369 803 A (FURR DANNY L) 25. Januar 1983 (1983-01-25) das ganze Dokument -----	1,4
A	WO 91/06809 A (HONEYWELL INC) 16. Mai 1991 (1991-05-16) Seite 10, Zeile 21 - Seite 11, Zeile 13 -----	1,4
A	DE 10 97 214 B (BBC BROWN BOVERI & CIE) 12. Januar 1961 (1961-01-12) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2004/011382

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2001023578	A1	27-09-2001	WO 0014451 A1 DE 59909192 D1 EP 1112461 A1 JP 2002524715 T	16-03-2000 19-05-2004 04-07-2001 06-08-2002
EP 1331448	A	30-07-2003	US 2003144787 A1 EP 1331448 A2 JP 2003232230 A US 2004025512 A1	31-07-2003 30-07-2003 22-08-2003 12-02-2004
EP 0501313	A	02-09-1992	JP 2961913 B2 JP 4270821 A DE 69217093 D1 DE 69217093 T2 EP 0501313 A1 US 5281129 A	12-10-1999 28-09-1992 13-03-1997 07-08-1997 02-09-1992 25-01-1994
WO 03062618	A	31-07-2003	WO 03062618 A1 DE 10302487 A1 EP 1472447 A1	31-07-2003 31-07-2003 03-11-2004
US 6082092	A	04-07-2000	JP 3022882 B2 JP 11324727 A TW 487795 B	21-03-2000 26-11-1999 21-05-2002
DE 19921981	A	16-11-2000	DE 19921981 A1	16-11-2000
US 4369803	A	25-01-1983	KEINE	
WO 9106809	A	16-05-1991	AT 114367 T AU 644382 B2 AU 6530190 A CA 2072122 A1 DE 69014308 D1 DE 69014308 T2 EP 0498809 A1 WO 9106809 A1 US 5401162 A	15-12-1994 09-12-1993 31-05-1991 01-05-1991 05-01-1995 13-04-1995 19-08-1992 16-05-1991 28-03-1995
DE 1097214	B	12-01-1961	KEINE	